

Table 3. Effect of holding time from skin-pass to shear-line on the ageing time needed to produce 0.5 and 1.0% yield-point elongation.

Skin-pass reduction (%)	0.9		2.3	
	0.5	1.0	0.5	1.0
Holding time	Ageing time (days)			
	Approx 16	Approx 58	Approx 43	Approx 112
8h	9	30	37	67
24	6	19	18	40
72				

パス後コイル温度の差が小さくなることであろう。

2) スキンパス-シャー間の停滞時間

パス前コイル温度と同様、パス-シャー間の停滞時間も降伏点伸びの回復に影響をおよぼすことが認められた。Table 3 は各停滞時間についての降伏点伸び回復日数の平均値を示す。停滞時間 8h と 72h を比較した場合、一定の降伏点伸びを回復するに要する時効時間は、8h の場合の方が、約 3 倍長い。これはパス後コイル状態で放置しておく場合には、コイルの冷却が比較的緩慢で、高温に保たれる時間が長いためであろう。

3) スキンパス圧下率

Table 2 および 3 より明らかなように、パス圧下率を 0.9% から 2.3% に変化すれば、降伏点伸びの回復に要する時効時間は約 2 倍になる。

IV. 結 言

本実験の結果、パス前コイル温度およびパス-シャー間の停滞時間の管理がストレッチャーストレインの防止対策として、大きな効果を持ちうる事が判明した。例えば、パス前温度を 40°C から 20°C に低下することあるいはパス-シャー間停滞時間を 72h から 8h に変更することは、パス圧下率を 0.9% から 2.3% に増加すること以上にストレッチャーストレイン防止効果がある。

文 献

- 1) B. B. HUNDY: J. Iron & Steel Inst. (U.K.) 178 (1954) 1, p. 34~38

(116) 歪時効による硬度の変化について 152

(ブリキの硬度およびフルーチング性に関する研究-IV) 63506 42

東洋製罐東洋鋼板総合研究所 ○周 藤 悦 郎

On the Change of Hardness by Strain Aging. 1477~1479

(Study on the hardness and fluting sensitivity of tinplate-IV)

Eturo SHUTO.

I. 緒 言

前報¹⁾²⁾にも述べたように、連続焼鈍後の固溶 C 量は熱延条件や焼鈍条件によつて変化するが、そのスキンパス後の歪時効におよぼす影響についての報告はほとんど見当たらない。よつて本報では熱処理条件および材質を変えることによつて、固溶 C 量および N 含有量の異なる試料を作り、特に硬度について 25~250°C での歪時効による変化を検討した。

II. 試料および実験方法

Table 1 の化学組成のコイルより採つた試料を Table 2 に示す条件で熱処理¹⁾した。(近似)固溶 C 量は電気抵抗法²⁾により、硬度は Wilson 社製ロックウエル表面硬度計(30 t)によつて測定した。スキンパスは小型 2 段圧延機(250mm φ)により圧下率 1.2, 2.0%で行ない、時効は 25, 50, 100°C の場合は 2.6×10⁵mn(180 日)まで、150, 250°C の場合は 10⁴mn(約 7 日)まで行なつた。

III. 実験結果および考察

Table 2 において連続焼鈍温度が高くなるほど固溶 C 量が増えているのは、第 2 報に²⁾述べた如くグリーン・サイズが大きく、炭化物が粗大であるため、その冷却時の析出の核が少なくなるためであろう。硬度の歪時効による変化の例として、最も固溶 C 量の多い試料 D (圧下率 1.2%) のそれを Fig. 1 に示した。歪時効後の最高硬度は 25°C の場合に最も高く、時効温度が高くなると

Table 1. Chemical analysis of samples. (%)

Sample mark	C	N	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	As	Sn	Si	Sol Al
A, B, C, D*	0.05	0.0019 ~25	0.43	0.010	0.032	0.10	0.038	0.042	0.022	0.017	0.01	0.006
E	0.10	0.0087	0.50	0.009	0.022	0.08	0.027	0.022	0.027	0.012	0.01	0.001

* Nitrogen content of each sample was measured, and the analysis of the other elements were conducted of only sample A, because sample A, B, C, D are all from the same coil.

Table 2. Annealing conditions and properties after annealed and skinpassed.

Sample mark	Annealing conditions	Dissolved carbon content (%)	Grain size $10^2 \times \text{number/mm}^2$	Rockwell superficial hardness	
				Annealed	1.2% skinpassed
A	Batch annealed at 670°C×6 h	0	74	49.4	51.1
B	After the same treating as sample C, heated at 350°C×150mm and slowly cooled	0.00012	218	54.5	55.0
C	Continuously annealed at 680°C×2 m/mn	0.00064	221	56.5	57.0
D	Continuously annealed at 900°C×2 m/mn	0.00164	58	53.4	54.5
E	Continuously annealed at 720°C×2 m/mn	0.00088	184	59.0	60.4

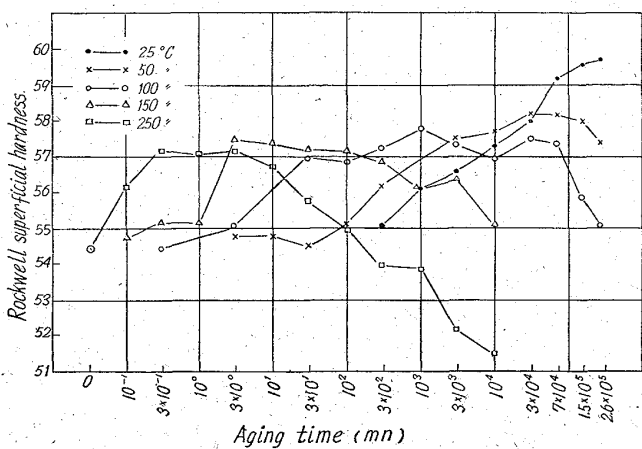


Fig. 1. Change of rockwell superficial hardness by strain aging of 1.2 percent skinpassed sample D.

もにわずかながら低くなっている。また過時効による軟化も時効温度が高い程顕著である。圧下率1.2%の各試料の時効後の最高硬度と時効温度の関係を示したのが Fig. 2 であつて、25°C の場合は、固溶 C 量が多いほど最高硬度が高くなっている。圧下率2.0% のときも同様の傾向が見られた。時効温度が高くなるとこの傾向はなくなり、むしろ試料Cの所にピークが現われる。

Photo. 1 は試料Dの 25°C × 3 カ月歪時効前後の表層部の同一場所を電子顕微鏡で観察したものであるが、時効後は特に粒界に沿つて、また初析炭化物の周辺に微細な析出物の群が認められる。この種の析出物は固溶 C 量の最も多い本試料の表層部にのみ認められた。従つて

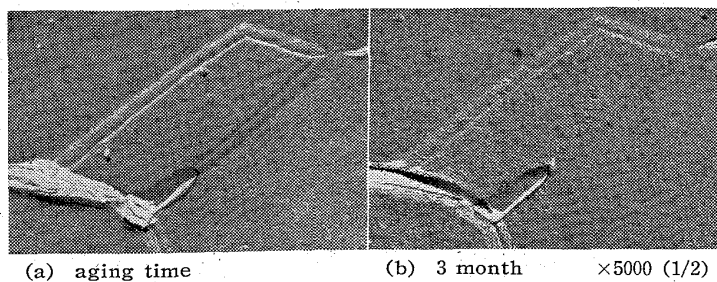


Photo. 1. Precipitation of fine carbides by 25°C aging in the outer layer of 1.2% skinpass sample D.

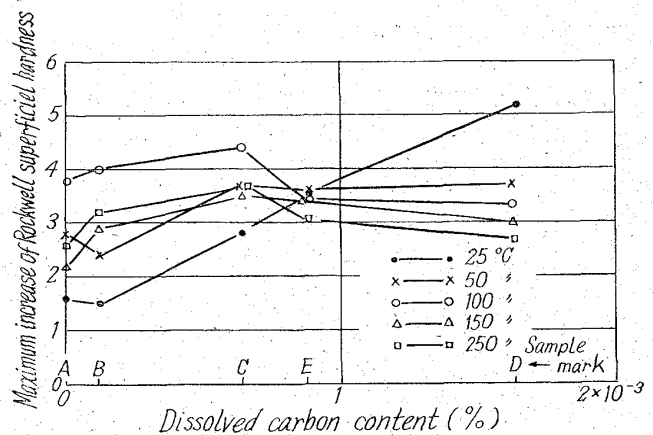


Fig. 2. Relation between the dissolved carbon content and the maximum increase of rockwell superficial hardness by strain aging.

25°C 歪時効における硬度変化の特徴と微細炭化物析出は密接な関連があると考えられる。時効温度が高くなると微細分散析出物は互に凝集して、その平均距離が大きくなるので、25°C 時効にみられる現象がなくなり、逆に過時効による軟化が起る。その度合が最も著しい試料Dについてみると、Photo. 2 (a) に示す如く、硬度が最高点に達した 250°C × 1mn でサブバンドリに多数の球状またはレンズ状のセメントイトが析出し、硬度低下が始まる 3 mn 後には粒内に dendritic セメントイトが生成し (Photo. 2 (b)) 時間とともに成長して、10⁴mn 後には Photo. 2 (c) に示すように長さ約 1 μ にまで発達する。これは硬度の低下と傾向をよく一致する。

室温における歪時効性の促進判定法として下記の HUNDY の式が慣用されている。各試料の 25°C および 100°C 歪時効後の硬度変化の対応を示したのが Fig. 3 であつて、試料Dは HUNDY の式によるよりも 25°C の等価時間が短い、固溶 C 量がより少ない試料E、Cでは大体 HUNDY の式と一致している。しかし固溶 C 量の非常に少ない試料A、Bでは逆に 25°C の等価時間の方が長くなっている。試料Dの不一致は、前述の如く固溶 C 量が多いときは、25°C、100°C 時効後の析出炭化物のサイズ、分散状態が異なるためであろう。試料A、Bの不一致は、等価時間における N 原子の転位への偏析量が



(a) aging time 1mn (b) 3mn (c) 1000mn ×5000 (1/2)

Photo. 2. Precipitation of cementites by 250°C strain aging in the outer layer of 1.2% skinpassed sample D.

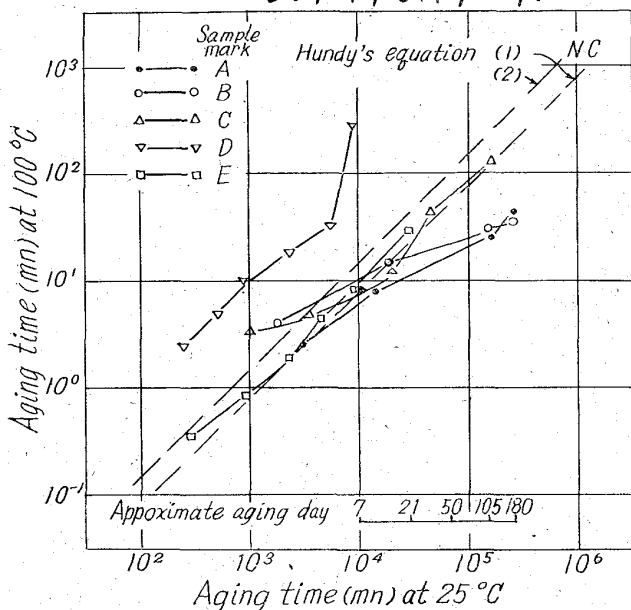


Fig. 3. Comparison of the time up to the same hardness increase by strain aging at 25°C and 100°C.

Mn 原子との相互作用もからんで、25°C と 100°C の時効の間で異なるためと考えられる。

HUNDY の式:

固溶 C 原子に対し:

$$\log_{10} t_r/t = 4400(1/T_r - 1/T) - \log_{10} T/T_r \dots (1)$$

固溶 N 原子に対し:

$$\log_{10} t_r/t = 4000(1/T_r - 1/T) - \log_{10} T/T_r \dots (2)$$

ここに t_r : 温度 T_r (°K) における歪時効時間

t : 温度 T (°K) における t_r に対応する歪時効時間

IV. 結 言

イ. 歪時効による硬度変化には、主として固溶 C 量とその析出状態が影響し、約 0.002% 以上の N 含有量やグレイン・サイズおよびスキンパス圧下率は余り関与しない。

ロ. 特に室温附近 (25°C) における歪時効による硬度増加および 100°C 以上での過時効による硬度低下には固溶 C 量の影響が顕著である。これは析出炭化物の状態と密接な関係にあることを電子顕微鏡的に確めた。

ハ. 固溶 C 量が多い場合および非常に少ない場合は、歪時効による硬度変化は HUNDY の式と一致しなくなるが、固溶 C 量がほぼ 0.0005~0.001% のときは一致する。

文 献

- 1) 周藤: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1379~1380
- 2) 周藤: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 509~511

669,146,99-415:669,686,5:621,785,78:620,172,22
(117) 歪時効によるフルーチング性の変化について 63307

(ブリキの硬度およびフルーチング性に関する研究—V) 1479~1481
東洋製罐東洋鋼鉄総合研究所 ○周藤悦郎
On the Change of Fluting Sensitivity by Strain Aging.
(Study on the hardness and fluting sensitivity of tinplate—V)

Etsuro SHUTO.

I. 結 言

前報と同一の試料を用いて、歪時効によるフルーチング性 (円筒状に丸めたときの腰折れ易さ) および降伏点伸びの検討を行なった。

フルーチング性試験は自作の 3 本ロール・タイプ試験機で行ない、評点基準片に従って肉眼観察によりその判定を行なった。歪—応力線図は川鉄式 SE 型伸び計をもつて記録して、これより降伏点伸びを測定した。引張速度は 10mm/mn である。

II. 実験結果および考察

フルーチング性の歪時効による変化の例を試料 A, D, E について Fig. 1 に示した。試料 D はグレイン・サイズが試料 A より大きいにもかかわらず、25°C 時効を除いてはフルーチング性がより大きい。試料 E は 25°C 時効の場合でもフルーチング性の悪化が顕著である。各試料が各時効温度においてフルーチング性が評点 4 に至るまでの時間と (固溶 C 量 + N 含有量) との関係を示したのが Fig. 2 であつて、これにより一般に (固溶 C 量 +

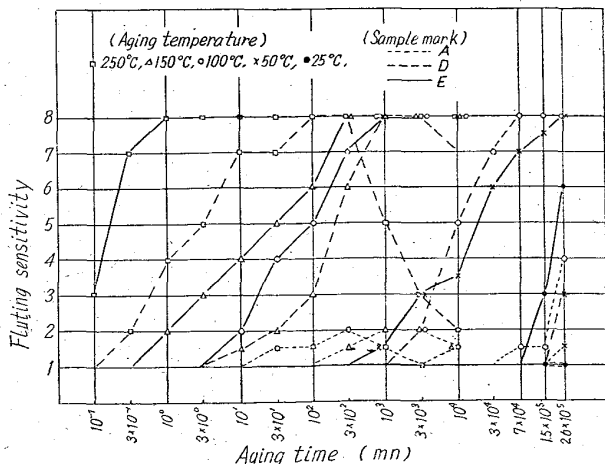


Fig. 1. Strain aging conditions and fluting sensitivity.